

A műtrágyák hatása gabonafélék tápanyag- felvételére és termésük minőségére csernozjom-barna erdőtalajon

KRÁMER MIHÁLY és PEKÁRY KÁROLY

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Trégyázási
osztálya, Budapest és Északkelet-Magyarországi Mező-
gazdasági Kísérleti Intézet, Kompoli*

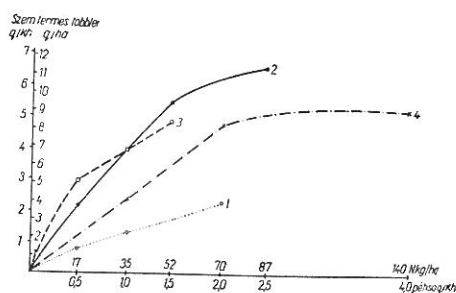
1956. és 1960. között Kompolton műtrágyaadag és aránykísérleteket állítottunk be [1, 2]. Ezekben a kísérletekben kisparcellákon, öt sorozatban megvizsgáltuk, hogy őszi búzánál, tavaszi árpánál és kukoricánál a nitrogén-, foszfor- és káliumműtrágyák milyen adagja és kombinációja a leghatásosabb és leggazdaságosabb. A műtrágyaadagokat a növény igénye és az elővetemény figyelembevételével állapítottuk meg. Az adagok hatóanyagban kifejezett nagyságát 1 hektárra számítva az 1. táblázatban ismertetjük. A műtrágya-kombinációk összeállításánál nem teljességre, hanem a határozott különbségeket képviselő példák kiválasztására törekedtünk. Ily módon 15 kezelést alkalmaztunk, éspedig \emptyset , P_2 , K_2 , P_2K_2 , $N_1P_1K_1$, $N_1P_3K_2$, N_2 , N_2P_2 , N_2K_2 , $N_2P_2K_2$, N_3 , N_3P_1 , N_3P_3 , $N_3P_1K_2$, $N_3P_3K_3$ kombinációkat.

Ezekben a kísérletekben — amint azt az alábbiakban összefoglalóan ismertetjük — jól megmutatkozott, hogy az egyes gabonafélék szemtermését milyen műtrágyázás növelte a leggazdaságosabban. Egyes kísérletekben a termések megállapításán kívül különböző morfológiai és laboratóriumi vizsgálatokat is végeztünk. Célunk az volt, hogy a műtrágyázás mennyiségi hatásain túlmenően a termés minőségére gyakorolt befolyásáról is tájékozódjunk, mérleget készíthessünk a talajba juttatott és a növények által hasznosított tápanyagmennyiségekről, kalászosoknál morfológiai terméselemzéssel következtessünk, hogy a növény fejlődésének melyik szakaszán hatnak az egyes műtrágyakezelések és végül, hogy összefüggéseket keressünk a talaj felvehető tápanyagtartalma és az észlelt hatások között. Ezek az eredmények nem elég széleskörűek ahhoz, hogy általánosíthatók legyenek, de jól megmutatják, hogy műtrágyázási kísérletekben a terméseredményeken túlmenően milyen tényezőkre kell az értékelésnél figyelemmel lenni.

A kísérlet terméseredményei

Zabosbüköny, illetve kukorica elővetemény utáni búzával, tavaszi árpával és hibrid-kukoricával 3—3, összesen tehát 12 kísérletet végeztünk. Növényenként (búzánál előveteményenként is) az eredményeket csoportosítottuk és mint kísérletsorozatot együttesen értékeltük [12]. Az értékelés arra mutatott, hogy csak a nitrogénműtrágyázásnöveltekövetkezetesen a szemtermés nagyságát. A szignifikáns foszfor- és káliumhatások igen ritkák, a 12

kísérletben lehetséges 160 eset közül csak 4 esetben volt erre példa. Így nem követünk el gyakorlatilag hibát, ha egyes növényeknél az azonos szintű nitrogén műtrágyázás mellett létrejött szemterméseket átlagoljuk. A különböző nitrogénműtrágya adagok átlagos szemtermésnövelő hatását grafikusan ábrázolva az 1. ábrát kapjuk. Az ábrán látható, hogy a szemtermés mennyiségét tekintve a nitrogénműtrágyázás legeredményesebb a kukorica után vetett



1. ábra

N műtrágyák szemtermésnövelő hatása. Vízszintes tengely: felső sor számai N kg/ha, alsó soré Pétisó q/kh. 1: Őszibúza zabosbüköny után, 2: őszibúza kukorica után, 3: tavaszi árpa kukorica után, 4: kukorica után, 4: kukorica 30 000 tő/ha.

búzánál, kukoricánál a pétisó adag 2,0 q/kh-nál túl történő növelésével sem érjük el a búzánál az 1,5 q/kh-s adaggal kapott terméstöbbletet. Kukorica után vetett tavaszi árpánál kis adagban adott nitrogénműtrágya (50 kg pétisó/kh) valamivel eredményesebb, mint a búzánál, nagyobb adagoknál viszont fordított az eset.

Jól jellemezhetjük a nitrogén műtrágyák érvényesülését az 1 kg nitrogén hatóanyagra eső szemterméstöbblettekkel (lásd 2. táblázat).

Kérdés, mi az oka annak, hogy a közepes nitrogénadagot tovább növelve, a kalászosok szemtermése nem növekszik a nitrogén mennyiségével

1. táblázat

A kísérletekben alkalmazott műtrágyaadagok hatóanyaga kg/ha-ban és 1 kg műtrágya-N-re eső szemterméstöbblet, kg

(1) Vizsgált anyag	(2) Őszibúza		(3) Tavaszi árpa kukorica után	(4) Hibridkukorica kalászos után
	Zabosbüköny után	Kukorica után		
A) Műtrágya adagok kg/ha				
N	N ₁	17	17	35
	N ₂	35	52	70
	N ₃	70	87	140
P ₂ O ₅	P ₁	35	35	35
	P ₂	70	70	70
	P ₃	105	105	140
K ₂ O	K ₁	26	26	35
	K ₂	52	52	70
	K ₃	105	105	140

B) 1 kg műtrágya-N-re eső szemtermés többlet 3 kísérlet átlagában

N	N ₁	8,1	22,3	29,3	11,7
	N ₂	6,7	18,2	19,5	11,6
	N ₃	5,8	13,0	16,3	6,5

arányosan. Ez mindenekelőtt a kísérletekben alkalmazott fajták (*F. 481*-es, ill. *K. 169*-es búza és *H. 1108*-as sörárpa) nem megfelelő szalmaszilárdságának tulajdonítható. A három kísérleti évből kettőben az N_3 -as nitrogén műtrágya-adagnál a növényállomány a kukorica után vetett búzánál és tavaszi árpanál

2. táblázat

A szemtermés laboratóriumi vizsgálati adatai
(14%-os nedvességtartalmú anyagra, viszonzszámban megadva)

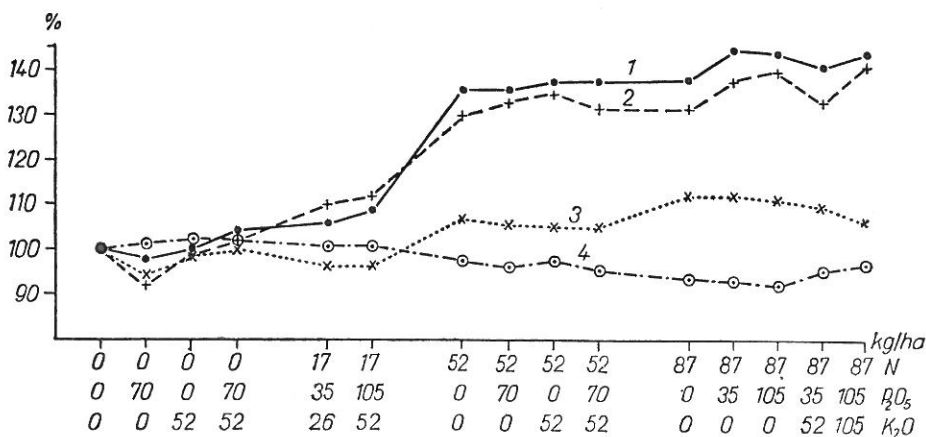
(1) Kísérleti növény és év	(2) Vizsgált anyag	(3) Kezelések								
		Ø		N_2			N_3			
		absz. érték		+Ø	+P ₂	+P ₂ K ₂	+Ø	+P ₁	+P ₂	+P ₂ K ₂
a) Búza (K. 169) kukorica után 1959.	szemtermés q/ha	25,6	100	148	150	150	—	—	—	163
	N^{0}_0	1,87	100	97	93	93	—	—	—	105
	$P_2O_5^{0}_0$	0,85	100	89	97	92	—	—	—	100
	$K_2O^{0}_0$	0,38	100	120	115	123	—	—	—	105
a) Búza (K. 169) Kukorica után 1960.	szemtermés q/ha	22,6	100	142	142	144	145	152	150	148
	N^{0}_0	1,56	100	113	110	115	121	132	124	125
	$P_2O_5^{0}_0$	0,74	100	79	89	83	100	104	101	89
	$K_2O^{0}_0$	0,42	100	91	100	98	102	88	95	91
	nedv. siker ⁰ %	25,9	100	105	104	113	111	116	116	114
b) Tavaszi árpa 1958.	szemtermés q/ha	20,4	100	120	126	122	—	132	128	131
	N^{0}_0	2,00	100	106	109	108	—	112	112	109
b) Tavaszi árpa 1959.	szemtermés q/ha	31,5	100	110	113	119	—	115	118	120
	N^{0}_0	2,16	100	104	102	105	—	107	108	106
c) Kukorica # nélkül 1960.	szemtermés q/ha	51,9	100	114	114	113	118	118	116	119
	N^{0}_0	1,22	100	122	120	120	134	134	130	139
	$P_2O_5^{0}_0$	0,58	100	105	107	119	103	109	112	117
	$K_2O^{0}_0$	0,31	100	113	107	116	113	106	113	113
	keményítő ⁰ %	58,0	100	99	97	100	—	96	—	98
d) Kukorica # alapon* 1960.	szemtermés q/ha	51,9	100	116	116	112	116	118	114	116
	N^{0}_0	1,33	100	114	115	121	118	122	121	117
	$P_2O_5^{0}_0$	0,66	100	98	107	115	94	109	100	102
	$K_2O^{0}_0$	0,33	100	109	109	121	109	109	118	106
	keményítő %	58,4	100	94	96	97	—	93	—	97

* = Istállótrágya adag: 280 q/ha.

egyenként teljes mértékben megdőlt. Az 1960-as kísérletben ugyanakkor megdőlés egyik kezelésnél sem volt, mégis pl. az őszi búzánál 1 kg műtrágya N-re 52 kg N/ha-os szinten 16,3, míg 86 kg N/ha-os szinten csak 11,6 kg szemtermés-többlet jutott. A jelenség magyarázatára morfológiai terméselemzést végeztünk.

Morfológiai terméselemzés

A növénynevelésben már régebben bevezetett ún. *morfológiai termés-elemzést* főképpen PRIMOST [14] alkalmazta szélesebb körben a kalászos növényekkel végzett trágyázási kísérletekben észlelt hatások tanulmányozásánál. Mivel a parcellán termést hozó növények száma és az egyes növények szemtermése *együttesen* határozza meg a parcellán elért szemtermést, feltehető a kérdés, hogy a trágyázás milyen mértékben változtatja ezeket a tényezőket. Erre választ kaphatunk, ha a parcella szemtermésén kívül ismert számú (legalább 100) kalász szemtermését és az ezerszemsúlyt is megállapíthatjuk. Ezekből az adatokból a parcellán termelt kalászsok számát és az egy kalászra átlagosan eső szemek számát kiszámíthatjuk. Az 1959/60. évi kukorica után vetett búza-kísérlet ilyen feldolgozását a 2. ábrán szemléltetjük. Amint látható az adott esetben, nemcsak a szemtermés nagyságát, de az azt létrehozó valamennyi tényezőt is csak a nitrogénműtrágyázás befolyásolta számottevően. A legdöntőbb a növényállomány sűrűségének növekedésében megnyilvánuló hatás. Az 52 kg N/ha-os adag további emelése azonban már a termésthözó növények számát alig növeli, ekkor inkább az egy kalászra jutó szemek száma emelkedik valamelyest. Az ezerszemsúly a trágyázás hatására — ha csekély mértékben



2. ábra

A kukorica utáni búza morfológiai terméselemzése (1960. évi termés). Függőleges tengely: relatív számok a 100%-nak vett kontrollhoz (Ø) viszonyítva. Vízszintes tengely: műtrágya hatóanyag mennyiségek. 1: Szemtermés q/ha (Ø = 22,5 q/ha), 2: Kalász db/m² (Ø = 256), 3: Szem/kalász (Ø = 23,8), 4: Ezerszemsúly g/1000 db (Ø = 38,8)

is — a vizsgált *K. 169* fajtánál csökkenő irányzatot mutatott. Ugyanezt találta HOBBS [7] az Amerikai Egyesült Államokban, ill. PRIMOST [14] a Felső-Ausztriában 5—5 évig végzett kísérleteiben. Hobbs szerint a korai nitrogén fejtrágyázás (37 kg/ha) elsősorban a bokrosodást és a kalászonkénti szemszámot növelte, az ezerszemsúly és hektolitersúly nem változott. Primost úgy találta, hogy a 80 kg N/ha-os műtrágyaadag adta őszi búzáknál a legnagyobb szemtermést, a termést kialakító tényezők közül az állománysűrűség és bizonyos maximumig az egy kalászra eső szemszám növekedett a nitrogén műtrá-

gyaadaggal. A búza szárbaindulásáig adott nitrogénműtrágya inkább az előbbi, a késői fejtrágyázás inkább az utóbbit növelte. A kompolti viszonyok között is a szilárdszalmájú fajták termesztésén kívül a nitrogén műtrágyázás ilyen formáját, főképpen száraz időjárás mellett is hatásos permetező trágyázást (KÚTHY [9]) célszerű megvizsgálni a búzánál a nagyobb nitrogénműtrágyaadag jobb érvényesülése szempontjából.

Minőségvizsgálatok

A nitrogén műtrágyaadag egy bizonyos határon túl — mint láttuk — már csak csökkenő hatásokkal növelte a gabonafélék szemtermését. Megvizsgáltuk, hogy a szemtermés összetételében milyen mértékben nyilvánul meg

3. táblázat

A kísérleti növények tápanyagfelvétele és műtrágya hasznosítása
(Többlettermés a műtrágya hatására és hatóanyag hasznosulási %)

(1) Kísérleti növény és műtrágyázás hatóanyaga			(2) Száranyag q/ha		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		(3) Hatóanyag hasznosulási %							
N	P ₂ O ₅	K ₂ O									N			P ₂ O ₅		K ₂ O		
kg/ha			a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	c	a	b	a	b	
A) Őszibúza kukorica után 1958—59.																		
ø Trágyázatlan kontroll			63,5	25,6	58,5	50,9	27,8	22,6	60,8	10,3								
52	—	—	32,7	12,2	10,1	23,4	4,9	6,1	22,6	8,0	58	45	78					
52	70	—	36,9	12,9	25,2	18,7	8,8	9,9	28,8	7,3	49	36	74	6	6			
52	70	52	35,6	12,9	26,1	17,9	7,0	8,0	35,2	8,1	50	34	68	3	3			
87	105	105	55,1	16,0	45,4	33,6	14,0	13,9	56,5	7,0	52	39	75			12	2	
B) Őszibúza kukorica után 1959—60.																		
ø Trágyázatlan kontroll			58,9	22,6	55,9	36,6	18,5	17,0	46,5	9,5								
52	—	—	27,0	9,6	31,6	21,4	2,1	2,3	24,8	2,8	61	41	67					
52	70	—	28,8	9,6	31,7	20,4	5,2	4,9	25,1	4,4	61	39	64	4	4			
52	70	52	28,9	9,9	34,7	23,6	5,1	4,8	32,3	4,1	67	45	67	4	4	14	3	
87	—	—	31,2	10,1	46,9	27,2	8,2	7,8	28,6	4,9	54	31	57					
87	35	—	35,2	11,7	50,3	30,6	10,5	10,1	26,2	3,4	58	35	60	7	7			
87	105	—	33,8	11,5	53,1	31,3	9,8	9,2	35,3	4,2	61	36	59	2	2			
87	105	105	34,3	10,8	56,1	32,9	6,7	5,9	29,2	3,7	64	38	59					
C) Kukorica (nem istállótrágyázva) 1959—60.																		
ø Trágyázatlan kontroll			93,6	51,9	80,7	63,4	34,0	30,2	49,0	16,1								
70	—	—	8,1	7,1	25,9	24,6	5,8	5,8	13,2	4,5	37	35	95					
70	70	—	7,0	7,1	23,5	23,6	6,3	6,4	8,9	3,4	34	34	100	1	1			
70	70	70	8,4	7,0	22,8	22,6	10,0	10,4	12,6	5,1	33	33	100	6	6	5	2	
140	—	—	13,2	9,4	39,0	34,6	7,3	6,6	13,0	5,4	28	24	86					
140	35	—	12,8	9,4	40,3	36,6	7,7	8,4	13,0	4,1	29	26	90	1	5			
140	140	—	13,3	8,2	38,5	32,1	10,4	8,8	12,3	4,9	27	23	85	2	2			
140	140	140	17,2	9,7	47,6	41,4	12,4	11,6	29,6	5,5	34	29	85	4	4	12	4	

a = növény földfeletti részében, b = növény szemtermésében, c = $b/a \cdot 100$

a műtrágyázás hatása, vajon nem szükséges-e a minőség javítása érdekében a nitrogén mellett egyéb tápanyagokat is alkalmazni.

A szemtermések kémiai vizsgálatait a 2. táblázaton foglaljuk össze.

A N, P_2O_5 és K_2O koncentrációt és emellett az esetenként vizsgált minőségi jellemzőket az adott műtrágyák közül leginkább a nitrogén műtrágyázás szintje befolyásolta. Főképpen a szemtermés %-os nitrogéntartalma (azaz nyers fehérje tartalma) növekedett. A növekedés mértéke évjáratonként változó, a búzánál kisebb, míg a hibrid-kukoricánál nagyobb. Általában az N_2 -ről a N_3 -as nitrogén műtrágyaadagra áttérés inkább a termés N tartalmának növekedésében, mint a szemtermés többletben jelentkezik. A foszfor és kálium műtrágyázás a termések %-os P és K tartalmára nincs következetes hatással. A búzaszem sikértartalma főként a nitrogén műtrágyázással és bizonyos fokig a nitrogénműtrágya mellett adagolt foszfátműtrágyázással növekedett. A farinografos lisztminőség vizsgálatok szerint 1960. évi kísérletünk minden egyes kezelésében termett búzából B_2 minőségű liszt nyerhető. A kukorica %-os keményítőtartalma a műtrágyázott kezeléseknél valamivel kisebb, mint a műtrágyázatlan kontrollnál.

Ezek a megállapítások az irodalommal teljes mértékben megegyezők. Újabban többek között BALLÁNÉ [1, 2] Martonvásáron búzánál és kukoricánál, LATKOVICSNÉ [10] ugyanott kukoricánál figyelte meg, hogy műtrágyázás hatására a szemtermésben elsősorban az összes nitrogén koncentrációja növekszik. Külföldi szerzők közül HOBBS [7], PENDLETON és DUNGAM [13] a búzánál, FULTON és FINDLAY [6], NANDPURI [11], a kukoricánál állapította meg, hogy a nitrogén műtrágyázás 10—25%-kal növeli a szem összes nitrogén töménységét. KERPELY [8] 1931-ben a magyar búza minőségi termelésének kérdéseivel foglalkozva — több nagyüzemi műtrágyázási kísérlet adatai alapján — rámutat, hogy csak akkor várható a műtrágyázástól minőségjavító hatás, ha a műtrágyákat a talaj felvehető tápanyagkészletéhez alkalmazkodva használjuk fel. Kompolti viszonyok között, mint láttuk a nitrogén műtrágyázás önmagában is elegendő volt a búzánál és a kukoricánál a szemtermés mennyiségének és minőségének egyidejű fokozására.

A műtrágyák tápanyagainak érvényesülése

A műtrágyák érvényesülésének megítélésénél tudnunk kell, hogy a talajba juttatott műtrágyahatóanyagok hatására milyen mértékben növekedik a növény tápanyagfelvétele. Nem közömbös, hogy ennek a többletnek hányad része kerül a szemtermésbe, vagyis az emberi táplálkozás számára közvetlenül vagy közvetve hasznosítható alakba és hányad része jut a kevésbé értékes szalma, illetve csuhéval és csutkával együtt értett szártermésbe.

A 3. táblázaton az 1958/59. évi, valamint 1959/60. évi kukorica után vetett búza- és az 1959/60. évi kukoricakísérletünkben a termés betakarítása időpontjában mért tápanyagfelvétel adatait állítottuk össze. Ezek szerint a szárazanyagtermésben és az ebben levő nitrogén, foszfor és kálium mennyiségében elsősorban a nitrogénműtrágyák hatása nyilvánult meg. Az adott nitrogénnek a búza szalmás termésében 52—67, a kukorica szem + csutka + szár termésében 28—37%-át mutattuk ki, mint a nem trágyázott kontroll kezeléshez képest számított többletet. Ugyanekkor a műtrágyafoszfornak még nagyadagú nitrogénműtrágya mellett is csak legfeljebb 7%-a, a műtrágya-

4. táblázat

A nitrogén műtrágyázás hatására létrejött szárazanyag- és nyersfehérje-termésnövekedés a szemtermésben (1959–60)

(1) Nitrogén mű- trágya kg N/ha	(2) Kísérleti növény	(3) Szárazanyag-többlet*		(4) Nyersfehérje-többlet**	
		g/ha	%***	kg/ha	%***
52	a) búza	9,6	42	134	58
70	b) kukorica	7,1	14	152	39
87	a) búza	10,1	45	170	74
140	b) kukorica	9,4	18	216	54

* Légszáraz (14% nedvességtartalmú) anyag

** Szemtermésben levő nitrogén kg \times 6,25

*** Trágyázatlan kontroll %-ában

káliumnak legfeljebb 14%-a érvényesült. A többlet nitrogén- és foszforfelvétel túlnyomó része a szemtermésbe jutott, míg a káliumnak a többsége különösképpen a búzánál a szalmatermésbe került. A növények jobb nitrogén-ellátása eredményeképpen növekedett a szemben felhasználódó foszfor mennyisége is és így néha a nitrogén műtrágyázás következtében a szemben jobban nőtt a foszfortartalom, mint a növény egész földfeletti részében. A nitrogén-

5. táblázat

Könnyen oldható tápanyagok mennyisége az 1960. évi kísérletek egyes kezeléseiben
Vizsgálva 0–20 cm-es talajszintből 1961. III. hóban vett átlagminták

(1) Kísérleti növény	(2) Kezelés (tápanyag) kg/ha			(3) Vizsgálatok eredményei mg%		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N (Tyurin szerint)	P ₂ O ₅ (Kögner – Riehm szerint)	K ₂ O (Nehring szerint)
a) Búza kukorica után	—	—	—	5,0	4,9	18,3
	52	—	—	3,8	5,4	18,1
	87	70	52	4,3	4,9	18,2
b) Kukorica istálló- trágya nélkül	87	105	104	4,5	6,8	17,0
	—	—	—	3,7	6,4	19,3
	70	—	—	4,5	4,5	19,0
	70	70	70	4,5	5,8	17,9
	140	140	140	4,7	7,8	20,0
c) Kukorica istálló- trágya alapon	—	—	—	3,7	3,6	19,3
	70	—	—	3,8	3,2	16,8
	70	70	70	4,0	5,2	20,3
	140	140	140	4,3	5,6	23,3

műtrágyaadag növelésével ugyanakkor a többletnitrogénfelvételnek viszonylag kevesebb része jutott a szemtermésbe. A felvett többlet megoszlása a szem és szalma (szár + csutka) termés között a növényfajtól és az évjáráttól függően változik.

Míg Kompolton 1960-ban az ismertetett kukorica kísérletben a nitrogén-műtrágyázás elsősorban (100–85%-ban) a szem nyersfehérje tartalmát növelte,

addig például BALLÁNÉ [2] nemrég közölt martonvásári — ugyancsak hibrid-kukoricával végzett — kísérleteiben csupán 40—80%-a jutott a felvett többlet-nitrogénnek a szemtermésbe. A műtrágyázás a vizsgált kísérletekben jobban fokozta a nyersfehérje, mint a szárazanyagtermést. Ezt mutatja a 4. táblázat. Eszerint csak a szemtermés szárazanyagtartalmát tekintve, a kukorica utáni búza hálálja meg jobban a műtrágyát, a nyersfehérjéhezam szempontjából a két növény nitrogén-műtrágyahasznosítása közelálló, a 2,0—2,5 q/kh-ás pétisóadag 30—35%-a alakul át nyersfehérjévé.

A közölt adatokból kitűnik, hogy a műtrágyák érvényesülését nem elegendő csupán a szárazanyagtermések alapján megítélni, hanem a beltartalmi tényezőket is számba kell venni. Az intenzív fajtákkal szemben az az egyik követelmény, hogy a jobb tápanyagellátás a szemtermés mennyiségét és minőségét egyaránt növelje és hogy itt hasznosuljon a műtrágyák hatóanyagának nagyobb része.

A talaj tápanyagállapotának vizsgálata

A kísérletek talaja csernozjom-barna erdőtalaj típusba sorolható. A területet jellemző szelvény részletes leírása és az egyes szintekre vonatkozó vizsgálati adatok BALLÁNÉ [3] közleményében találhatók meg. A talaj szántott rétege kötött humuszos és gyengén savanyú. A felvehető tápanyagok vizsgálatára az 1960. évi kísérletek után, az utóhatást jelző tavaszi árpa vetése előtt vettünk az egyes kísérletek parcelláiról 0—20 cm-es talajszintből 15—15 helyről átlagmintákat. Ezeket az I., II. és III., illetőleg a III., IV. és V. sorozatokban kezelésenként átlagoltuk és a Talajvizsgálati Módszerkönyv [4] előírása szerint Tyurin szerint a hidrolizálható N — Egner—Riehm szerint a kalciumlaktát sósav oldatban oldható P_2O_5 — és Nehring szerint az NH_4NO_3 -al kicserélhető K_2O tartalmukat meghatároztuk. Az eredményeket az 5. táblázaton foglaltuk össze. A könnyen oldható tápanyagok mennyisége főleg a N-, és K_2O tartalomnál indokolja a kísérletekben észlelt műtrágyahatásokat. A nitrogén mennyisége 5 mg/100 g talaj szint alatt van, vagyis a talaj felvehető nitrogénnel nem jól ellátott [5], míg a káliumtartalma a Várallyay [4] által javasolt határértéknél (7,5 mg/100 g talaj) jóval nagyobb. A P_2O_5 tartalom ugyanekkor közepes. A műtrágyázás a talaj — módszereinkkel mérhető — tápanyagtartalmát alig növelte, még leginkább a laktátoldható P_2O_5 -nél észleltünk a nagyadagú foszfáttal kezelt parcellák talajában növekedést. Természetesen, ha meggondoljuk, hogy 150 kg/ha műtrágyahatóanyag 20 cm-es talajrétegben egyenletesen elosztva (ez 3 millió kg talajmennyiségnek felel meg) legfeljebb 5 mg %-os tápanyagtartalomnövekedést eredményezhet, nagyobb növekedésekre nem is számíthatunk. A párhuzamosan vett átlag minták tápanyagtartalmában észlelt eltérések legtöbbször a kémiai meghatározás hibahatára (1—5%) körül mozognak.

Az ismertetett terméseredményeket és a talaj tápanyagvizsgálati adatokat összevetve megállapíthatjuk, hogy a nitrogén- és káliumműtrágyázás kérdésében — tekintettel arra, hogy hiány, illetve bőséges készlet esetével állunk szemben — a vizsgálatok az adott esetben jó tájékoztatást adtak. A foszfortrágyázásra — mivel a vizsgálat közepes készletet jelez — nem kaptunk határozott útbaigazítást.

Összefoglalás

Kompolton, csernozjom-barna erdőtalajon több éven át végzett nitrogén-, foszfor és káliumműtrágya adag- és aránykísérletekkel kapcsolatban egyes növényeknél morfológiai és kémiai terméselemzéseket is végeztünk. Ezek megerősítik a terméseredmények alapján tett megállapításunkat és pedig, hogy az adott talajon a vizsgált növényeknél (őszi búza, tavaszi árpa és kukorica) csak a nitrogénműtrágyázás eredményes és gazdaságos. A nitrogénműtrágyázás a búzatermést elsősorban az állománysűrűségének a növelésével fokozza, csak a nagyobb nitrogénadagok idézik emellett elő a kalászban fejlődő szemek számának emelkedését. A nitrogénműtrágya javítja a gabonafélék minőségét is. Az évjáráttól függően 5—25%-kal emeli a búzaszem, 2—12%-kal a tavaszi árpa szem és 14—39%-kal a kukoricaszem nyersfehérje, valamint 5—14%-kal a búzaliszt sikértartalmát. A 70—87 kg N/ha-os adag 30—40%-a a búzánál és a kukoricánál egyaránt a szemtermésben érvényesül, ugyanakkor 3—27%-a a szalma, illetve szár + csutka termésbe kerül. A foszfát és káliumműtrágyák a nitrogén-műtrágya mellett sem érvényesültek, a foszfátrágyából 7, a káliumműtrágyából 12%-ot vettek fel legfeljebb többletként a növények.

A kísérletekben észlelt műtrágyahatásokat egyes esetekben a talaj könnyen oldható tápanyagvizsgálataival (hidrolizálható N Tyurin szerint, laktátoldható P_2O_5 Egner—Riehm szerint, kicserélhető K_2O Nehring szerint) összevetve megállapítható, hogy egyes esetekben (csekély nitrogéntartalom, illetve bőséges káliumtartalom) ezek a vizsgálatok jól összeváltak a tapasztalt műtrágyahatásokkal.

Érkezett : 1962. február 20.

Irodalom

- [1] BALLA, A-NÉ: A trágyázás hatása a kukorica termésére és tápanyagtartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. **9**. 307—322. 1960.
- [2] BALLA, A-NÉ: Őszi búza trágyázási kísérletek. *Agrokémia és Talajtan* **10**. 233—246. 1960.
- [3] BALLA, A-NÉ: A kisadagú trágyázás hatásának vizsgálata vetésforgó kísérletekben. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* **19**. 113—140. 1961.
- [4] BALLENEGGER, R.: Talajvizsgálati Módszerkönyv. Mezőgazd. Kiadó, Budapest. 1953.
- [5] ENIKOV, K. & DINCSEV, D.: V'rhu metodikata za opredeljane nuzsdato ot azotno torene na pocsvite v B'lgarija. *Naucs. Trud. Inszt. za pocsv. izszled. „Nikola Puskarov”* **5**. 153—183. 1959.
- [6] FULTON, J. M. & FINDLAY, W. I.: The nutrient composition of hybrid corn as influenced by fertilization. I. The nitrogen percentage in leaf and grain. *Canad. J. Soil Sci.* **40**. 42—48. 1960.
- [7] HOBBS, J. A.: Effect of spring nitrogen fertilization on plant characteristics of winter wheat. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **17**. 39—42. 1953.
- [8] KERPELY, K.: Adatok a magyar búza minőségi termeléséhez. I. Műtrágyahatás. *Pátria*. Budapest. 1931.
- [9] KÚTHY, S.: Az őszi búza és az őszi árpa permetező trágyázásának problémái és eddigi eredményei. *Orsz. Mezőgazd. Minőségvizsg. Int. Évkönyve*. **5**. 131—154. 1961.
- [10] LATKOVICS, GY-NÉ: A műtrágyázás hatása a kukorica tápanyagfelvételére és termésére. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1960.
- [11] NANDPURI, K. S.: Studies on the effect of different plant populations and nitrogen levels on the yield and protein content of corn grain. *Ind. J. Agron.* **4**. 171—175. 1960.
- [12] PEKÁRY, K. & KRÁMER, M.: Műtrágya adag és aránykísérletek gabonafélékkel csernozjom barna erdőtalajon. *Növénytermelés*. **11**. 219—232 1962.

- [13] PENDLETON, J. W. & DUNGAM, G. H.: The effect of seeding rate and rate of nitrogen application on winter wheat varieties with different characteristics. *Agron. J.* 52. 310—312. 1960.
- [14] PRIMOST, E.: Die Bedeutung der morphologischen Ertragsanalyse für die Auswertung von Düngungsversuchen. *Z. Pflernähr. Düng.* 82. 1—10. 1958.

Влияние минеральных удобрений на усвоение питательных веществ и на качество урожая злаковых культур, произрастающих на черноземовидных бурых лесных почвах

М. КРАМЕР и К. ПЕКАРИ

Научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения АН Венгрии, Будапешт
и Сельскохозяйственный институт, Комполт

Резюме

На черноземовидных бурых лесных почвах около г. Комполта, мы проводили морфологический и химический анализ урожая тех растений под которые вносились минеральные удобрения азотные, фосфорные и калийные, в различных дозах. Полученные урожайные данные говорят от том, что для данных растений (озимая пшеница, яровой ячмень и кукуруза) выгодно применять только азотные удобрения. Внесение азотных удобрений в первую очередь усиливает густоту стояния пшеницы, а при внесении повышенных доз увеличивает количество зерна в колосе. Азотные удобрения повышают качество злаковых. В зависимости от условий года они повышают содержание сырого белка на 5—25% в семенах пшеницы, на 2—12% в семенах ярового ячменя и на 14—39% в зернах кукурузы, а так же увеличивают содержание клейковины в пшеничной муке на 5—15%. При дозах внесения N 70—80 кг/га, 30—40% азота реализуется семенами пшеницы и кукурузы и 3—27% соломой т. е. стеблем и початком. Фосфорные и калийные удобрения внесенные вместе с азотными не оказывали большого влияния на растения, так растениями из фосфорных удобрений добавочно было усвоено 7%, а из калийных удобрений — 12%.

Сравнивая влияние минеральных удобрений на урожай растений с анализами растворимых питательных веществ почвы (азот по Тюрину, фосфор по Эгнер—Риму и калий по Нерингу) можно сделать вывод, что в отдельных случаях (при малом содержании азота и большом содержании калия), растворимые питательные вещества почвы хорошо показывают ожидаемые эффекты минеральных удобрений.

Табл. 1. Действующее начало примененных в опыте удобрений в кг/га и прибавка урожая в кг. на один кг. азотного удобрения. (1) Изучаемый материал: А) дозы минеральных удобрений в кг/га. В) прибавки урожая на 1 кг азотных удобрений, средние трех опытов. (2) Озимая пшеница после кормовых злаков и кукурузы. (3) Яровой ячмень после кукурузы. (4) Гибридная кукуруза после злаковых.

Табл. 2. Данные лабораторных исследований влияния различных минеральных удобрений (обозначения и дозы минеральных удобрений см. в табл. 1) на химический состав зерна (влажность 14%). (1) Подопытное растение и год: а) озимая пшеница после кукурузы в 1959—60 гг. в) яровой ячмень после кукурузы в 1958—59 гг., с) кукуруза после злаковых без навоза в 1960 г., d) кукуруза после злаковых с навозом (280 ц/га) (2) Изученный материал (урожай зерна в ц/га, азот, фосфор, калий в %, последние две графы в опытах с кукурузой-крахмал в %). (3) Различные варианты опыта (обозначения см в 1 табл.).

Табл. 3. Усвоение питательных веществ подопытными растениями и использование минеральных удобрений (прибавка урожая под влиянием внесения минеральных удобрений и использование действующего начала в %). (1) Подопытное растение и действующее начало минерального удобрения в кг/га. А) озимая пшеница после кукурузы в 1958—59 гг. В) озимая пшеница после кукурузы в 1959—60 гг., с) кукуруза (без навоза) в 1959—60 гг. Ø-контроль без удобрений. (2) Сухой вес ц/га. (3) Полезное действие действующего начала в %. $a = \frac{\text{надземная часть растения}}{\text{зерно}}$. $C = \frac{B}{a} \cdot 100$.

Табл. 4. Увеличение сухого вещества и сырого белка в зерне под влиянием азотных удобрений (1959—60 г.). (1) Азотное удобрение в кг/га. N. (2) Подопытное растение

а) пшеница, в) кукуруза. (3) Прибавка сухого вещества (воздушно сухое вещество, 14% влажности) в ц/га. и % (в % от неудобренного контроля). (4) Прибавка сырого белка (количество азота в кг \times 6,25) в урожае зерна.

Табл. 5. Количество легко растворимых питательных веществ в слое почвы 0—20 см, в различных вариантах опыта, в 1960 г. (средние пробы взяты в марте 1961 г.). (1) Подопытное растение а) озимая пшеница после кукурузы, в) кукуруза без навоза, с) кукуруза удобренная навозом. (2) Результаты анализов мг. %. Азот по Тюрину, фосфор по Эгнер—Риму, калий по Нерингу.

Рис. 1. Влияние азотных удобрений на урожай зерна. По вертикали урожай зерна в ц/хх. или ц/га. По горизонтали-наверху азот в кг/га., внизу соль Пети в ц/га. 1: озимая пшеница после викоовсяной смеси, 2: озимая пшеница после кукурузы, 3: яровой ячмень после кукурузы, 4: кукуруза 30 000 штук/га.

Рис. 2. Морфологический анализ урожая озимой пшеницы после кукурузы (1960 г.). По вертикали: относительные цифры по сравнению со 100% контролем (\emptyset). По горизонтали-количество действующего начала минеральных удобрений. 1: урожай семян ц/га. (\emptyset = 22,5 ц), 2: колосья в шт/м² (\emptyset = 256), 3: зерна/колос (\emptyset = 23,8), 4: вес 1000 зерен в г. (\emptyset = 38,8).

Über den Einfluss der Mineraldünger auf die Nährstoffaufnahme und die Körnerqualität des Getreides auf Tschernosem-braunem Waldboden

M. KRÁMER und K. PEKÁRY

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest und Landwirtschaftliches Versuchsinstitut, Kompolt

Zusammenfassung

Auf Tschernosem-braunem Waldboden zu Kompolt wurden über mehrere Jahre im Rahmen von Düngungsversuchen auf Stickstoff-, Phosphor-Kalidüngergaben und -Verhältnisse an einigen Pflanzenarten auch morphologische und chemische Ertragsanalysen vorgenommen. Diese Analysen haben die aus den Ertragsergebnissen abgeleitete Feststellung bekräftigt, dass auf dem gegebenen Bodentyp und bei den geprüften Pflanzenarten (Winterweizen, Sommergerste und Mais) nur die Stickstoffmineraldüngung erfolgreich und rentabel ist. Der Weizenерtrag wird durch die Stickstoffmineraldüngung erstrangig durch Steigerung der Bestandesdichte erhöht, eine Erhöhung der Körnerzahl/Ähre wird nur durch grössere Stickstoffgaben herbeigeführt. Durch die Stickstoffmineraldüngung wird auch die Körnerqualität der Getreidearten verbessert. Der Roheiweissgehalt wird — je nach Jahrgang — beim Weizenkorn mit 5—25%, bei Sommergerstekorn mit 2—12% und beim Maiskorn mit 14—39%, der Klebergehalt des Weizenmehles mit 5—14% erhöht. 30—40% einer 70—87 kg/ha Stickstoffgabe gelangen sowohl bei Weizen, als auch bei Mais im Körnerertrag zur Geltung, auf den Stroh bzw. Stengel + Spindelерtrag entfallen gleichzeitig 3—27%. Der Phosphat- und Kalimineraldünger gelangte auch neben dem Stickstoffmineraldünger kaum zur Geltung, vom Phosphatdünger wurden höchstens 7%, vom Kalidünger höchstens 12% von den Pflanzen zusätzlich aufgenommen.

Aus einem Vergleichen der in diesen Versuchen beobachteten Mineraldünger-effekte mit der Analyse der leichtlöslichen Nährstoffe des Bodens (hydrolysierbarer Stickstoff nach Tjurin, laktatlösliche P_2O_5 nach Egner-Riehm, austauschbares K_2O nach Nehring) kann festgestellt werden, dass diese Analysedaten in bestimmten Fällen (niedriger Stickstoffgehalt, bzw. hoher Kaliumgehalt) mit den beobachteten Mineraldünger-effekten gut übereinstimmen.

Tabelle 1. Wirkstoffgehalt der in den Versuchen angewandten Mineraldüngergaben kg/ha, sowie auf 1 kg N-Gehalt des Düngers entfallender Körnermehrertrag, kg. (1) Prüfmateriал: A) Mineraldüngergaben, kg/ha, B) auf 1 kg Mineraldünger-N entfallender Körnermehrertrag, im Mittel von 3 Versuchen. (2) Winterweizen nach Wickhafer und nach Mais. (3) Sommergerste nach Mais. (4) Hybridmais nach Halmfrucht.

Tabelle 2. Laborprüfdaten des Körnerertrages in Relativzahlen (auf 14% Feuchtigkeitsgehalt bezogen) unter Einfluss der einzelnen Behandlungen. (Bezeichnung und

Düngergabe der Behandlung wie in Tabelle 1.) (1) Versuchspflanze und Jahr: *a*) Winterweizen nach Mais, 1959 und 1960. *b*) Sommergerste nach Mais, 1958 und 1959. *c*) Mais nach Halmfrucht ohne Stalldünggabe, 1960. *d*) Mais nach Halmfrucht mit Stalldünggabe (280 dz/ha). (2) Prüfmateriale (Körnerertrag dz/ha, N-%, P_2O_5 -% und K_2O -%. ** Die letzte Zeile der zwei Maisversuche zeigt das Stärke-%). (3) Behandlungen (die den einzelnen Bezeichnungen entsprechenden Mengengaben siehe in Tabelle 1).

Tabelle 3. Nährstoffaufnahme und Mineraldünger-Verwertung der Versuchspflanzen (Mehrertrag unter Einfluss des Mineraldüngers und Wirkstoffausnutzungsprozent). (1) Versuchspflanze und Wirkstoff kg/ha der Mineraldüngergabe. *A*) Winterweizen nach Mais, 1958—1959. *B*) Winterweizen nach Mais, 1959—1960. *C*) Mais (ohne Stalldünggabe) 1959—1960. Ungedüngte Kontrolle. (2) Trockensubstanz dz/ha. (3) Wirkstoffausnutzungsprozent; *a* = in den oberirdischen Pflanzenteilen, *b* = im Körnerertrag der Pflanze; *c* = $b/a \cdot 100$

Tabelle 4. Durch die Stickstoff-Mineraldüngung bedingte Erhöhung im Trockensubstanz- und Rohweissertrag der Körnerernte (in 1959—1960). (1) Stickstoffmineraldünger, N-kg/ha. (2) Versuchspflanze: *a*) Weizen, *b*) Mais. (3) Mehrtrockensubstanz (lufttrocken, 14% Wassergehalt [dz/ha und in %] im % der ungedüngten Kontrolle). (4) Mehrroheiwiss (Stickstoffgehalt der Körnerernte $kg \times 6,25$).

Tabelle 5. Menge der leichtlöslichen Nährstoffe, in einigen Behandlungen des Versuches 1960, in 0—20 cm Bodentiefe (aus Durchschnittsbodenproben entnommen im März 1961). (1) Versuchspflanze; *a*) Winterweizen nach Mais, *b*) Mais ohne Stalldünggabe, *c*) Mais mit Stalldünggabe. (2) Wirkstoff der Behandlung, kg/ha. (3) Analysedaten, mg %: N (nach Tjurin) P_2O_5 (nach Egner-Richm), K_2O (nach Nehring).

Abb. 1. Einfluss der Stickstoffmineraldünger auf die Steigerung des Körnerertrages. Ordinate: Mehrkörnerertrag dz/kat. Joch bzw. dz/ha. Abszisse: obere Zeile N-kg/ha; untere Zeile Pétisó-Stickstoffdünger dz/Kat. Joch. 1: Winterweizen nach Wickhafer, 2: Winterweizen nach Mais, 3: Sommergerste nach Mais, 4: Mais, mit Pflanzenzahl 30 000/ha.

Abb. 2. Morphologische Ertragsanalyse (aus Ernte 1960) des auf Mais folgenden Weizens. Ordinate: Relativzahlen, mit der Kontrolle (\emptyset) als Bezugsbasis (100%). Abszisse: Mineraldünger-Wirkstoffmengen. 1: Körnerertrag dz/ha ($\emptyset = 22,5$ dz/ha), 2: Ährenzahl/m² ($\emptyset = 256$), 3: Körner/Ähre ($\emptyset = 23,8$), 4: Tausendkorngewicht, g ($\emptyset = 38,8$).